

# رنگ پذیر کردن الیاف پلی پروپیلن با آمیزه سازی PP/PET

## Producing Dyeable Polypropylene Fibers by Blending PP/PET

نادره گلشن ابراهیمی<sup>۱</sup>، مهدی حسن نژاد<sup>۲</sup>، محمدرضا محدث مجتهدی<sup>۳</sup>

۲، ۱- تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی پلیمر، صندوق پستی ۱۴۳-۱۴۱۵۵

۳- تهران، خ حافظ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی نساجی

دریافت: ۷۸/۴/۲۹، پذیرش: ۷۹/۱/۱۵

### چکیده

الیاف پلی پروپیلن به دلیل تبلور زیاد و ساختار غیرقطبی آلیفاتیک رنگ پذیر نیستند. یکی از روشهای ایجاد خاصیت رنگ پذیری اضافه کردن یک ماده افزودنی به پلی پروپیلن است. هدف از این پژوهش بررسی خاصیت رنگ پذیری الیاف آمیزه‌ای تهیه شده از PP و PET است. بدین منظور، الیاف پلی پروپیلن تهیه شده، با درصدهای وزنی مختلف پلی اتیلن ترفتالات، به وسیله ماده رنگرزی پاشیده رنگ شدند. سپس، به کمک روشهای SEM، طیف نورسنجی و میکروسکوپی نوری شکل شناسی و میزان جذب و پخش رنگ بررسی شد. نتایج بدست آمده حاکی از توزیع مناسب و خوب فاز پراکنده PET در فاز ماتریس PP است. بدین ترتیب مشکل عدم رنگ پذیری PP را می توان با افزودن PET به آن حل کرد.

واژه‌های کلیدی: پلی پروپیلن، پلی اتیلن ترفتالات، رنگ پذیری، آمیزه سازی، الیاف

**Key Words:** polypropylene, polyethylene terephthalate, dyeability, blending, fibers

### مقدمه

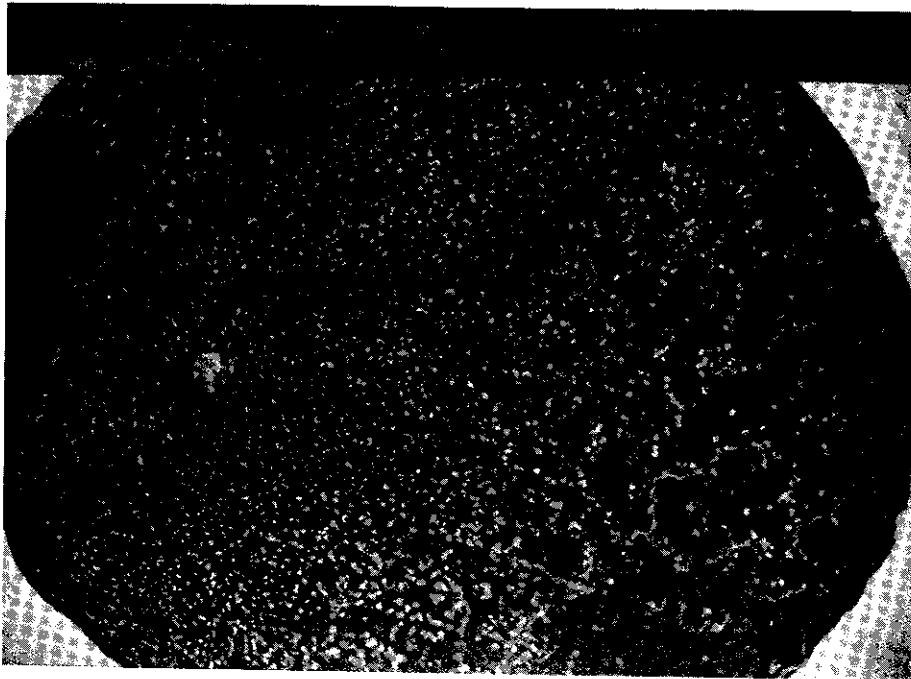
باعث ایجاد خاصیت رنگ پذیری در الیاف آن می شود. این سیستم را می توان به صورت تعداد زیادی لیفچه کشیده شده در داخل ماتریس پلی پروپیلن تصور کرد. با افزایش مقدار نسبی ماده افزودنی تعداد لیفچه‌ها، سطح فاز میانی و سازگاری بین افزودنی و پلی پروپیلن و مقدار برش اعمال شده در حین ساخت لیف افزایش می یابد.

نفوذ ماده رنگی از سطح لیف به سطح فاز میانی یا به درون ماده افزودنی براساس یک یا هر دو مکانیسم زیر انجام می شود [۵]:

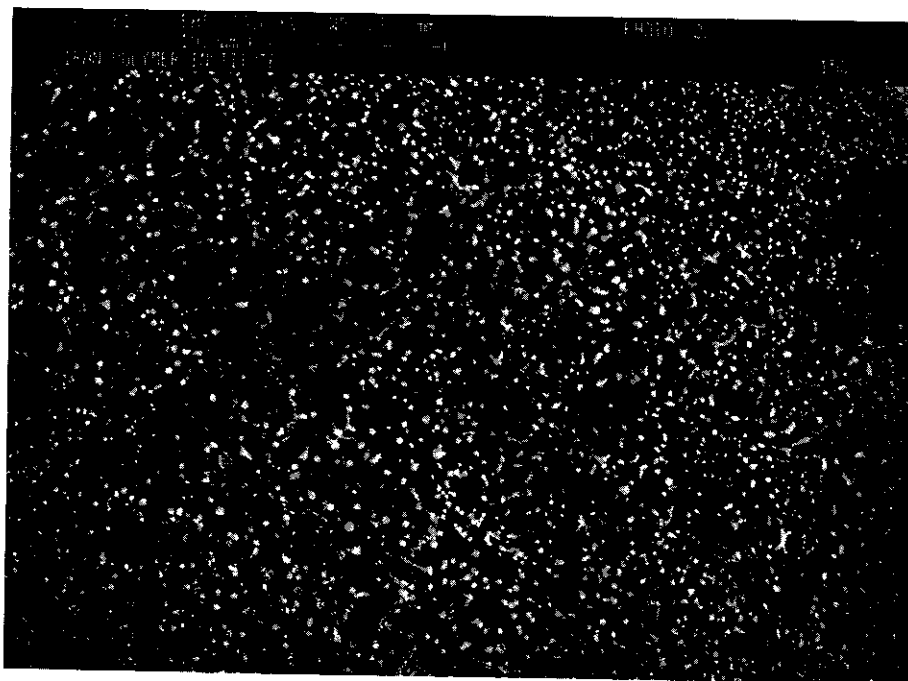
- ۱- نفوذ مولکول ماده رنگی از سطح لیف، از میان منطقه بی شکل PP یا از میان ترکها و حفره‌های ریز موجود در سطح لیف و
  - ۲- نفوذ مولکول ماده رنگی بر اساس مکانیسم فتیله‌ای.
- هر دو مکانیسم بالا، براساس رنگرزی الیاف پلی پروپیلن

الیاف پلی پروپیلن (PP) را به دلیل تبلور زیاد و داشتن ساختار غیرقطبی آلیفاتیک نمی توان رنگرزی کرد، در حالی که پلی استرها به دلیل ساختار متراکم و ماهیت آگریزی در دمای بالا (C ۱۳۰) و تحت فشار یا با استفاده از حامل می توانند مواد رنگرزی را جذب کنند [۱]. با وجود تلاشهایی که برای رنگرزی الیاف پلی پروپیلن انجام شده، این مشکل هنوز بطور کامل مرتفع نشده است [۵-۲]. برای رفع این نقص، دو روش پیشنهاد شده است [۴]:

- اصلاح پلی پروپیلن به عنوان بخشی از فرایند تولید لیف برای بدست آوردن لیف رنگ پذیر و
  - اضافه کردن دانه‌های رنگی.
- افزودن یک ماده افزودنی به پلی پروپیلن، یکی از روشهایی است که



(الف)



(ب)

شکل ۱ - عکسهای SEM سطح مقطع الیاف آمیزه‌ای دارای: (الف) ۱۰ درصد PET و (ب) ۱۵ درصد PET.

#### تجربی

اصلاح شده با مواد رنگرزی پاشیده‌اند.

در این پژوهش، از الیاف پلی پروپیلن دارای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصد وزنی پلی اتیلن ترفتالات (PET) و رنگ قرمز پاشیده برای رنگرزی آنها استفاده شده است.

#### مواد

پلیمرهای مصرفی در این پژوهش، عبارتند از: پلی پروپیلن تولیدی

سولفیت، سود و مایع پاک کننده بود. از نمونه‌ها قبل از رنگریزی عکس SEM تهیه شد و بعد از آن به کمک طیف نورسنجی و میکروسکوپ نوری نمونه‌ها بررسی شدند. همچنین، جهت اطمینان بیشتر از دستیابی به هدف، که رنگریزی الیاف است، نمونه‌هایی از الیاف با رنگ آبی که شامل دانه‌های درشت‌تری نسبت به رنگ قرمز یادشده است، رنگریزی شدند که نتیجه عمل همانند رنگریزی با رنگ قرمز بود و عکسهای میکروسکوپ نوری تهیه شده نیز جذب رنگ آبی را نشان دادند.

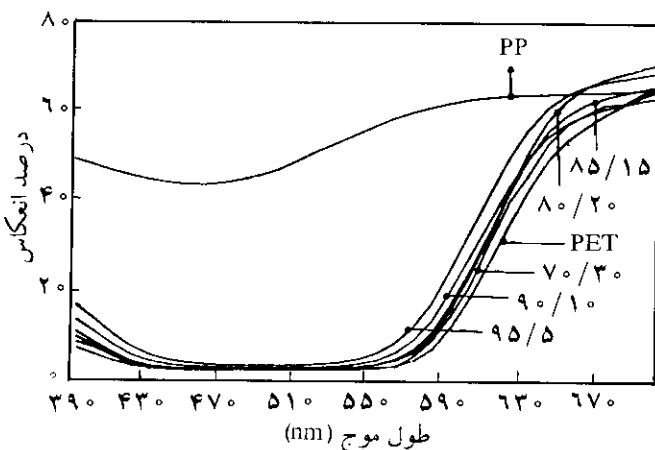
### نتایج و بحث

#### بررسی توزیع فاز PET

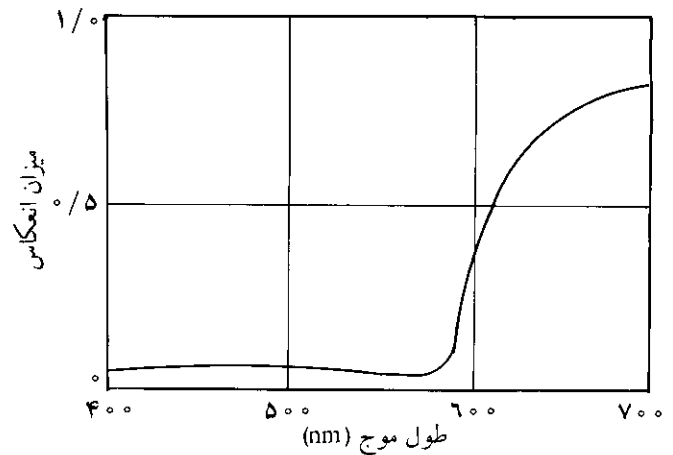
از آنجا که ذرات PET موجود در ماتریس PP به عنوان نقاط پذیرنده رنگ عمل می‌کنند، بنابراین پخش یکنواخت و مناسب ذرات PET باعث رنگریزی یک‌دست الیاف آمیزه‌ای می‌شود. به منظور بررسی میزان توزیع فاز PET، از الیاف عکسهای میکروسکوپ الکترونی تهیه شد. همان طور که در عکسهای سطوح شکست الیاف (شکل ۱ الف و ب) ملاحظه می‌شود، توزیع مناسبی از ذرات PET در ماتریس PP صورت گرفته است که این امر بیانگر اختلاط زیاد و همچنین نزدیکی گرانرویهای دو جزء در سرعت برشهای اعمال شده در حین فرایند مذاب‌ریسی است [۵، ۶].

#### آزمایش سنجش رنگ

در این قسمت هر یک از الیاف رنگریزی شده با دستگاه طیف نورسنجی مورد آزمایش سنجش رنگ قرار گرفته و میزان اختلاط رنگ آنها با لیف PET خالص رنگریزی شده مقایسه شده است.



شکل ۳ - منحنیهای انعکاس نور از الیاف آمیزه‌ای.



شکل ۲ - منحنی انعکاس نور قرمز [۷].

شرکت پتروشیمی اراک با نام تجاری S-۳۰۷ و شاخص جریان مذاب ۱۵ g/۱۰ min و پلی اتیلن ترفتالات نوع بطری تولیدی شرکت سایبک عربستان با گرانروی ذاتی ۰/۸۵ - ۰/۸۲، حامل کریوون BL و ایرگازول NA از شرکت سیبا، استیک اسید ۱۰ درصد از شرکت مرک و رنگ قرمز پاشیده نوع Dispersol Fast Scarlet و رنگ آبی آسمانی Terasil Gel از بازارهای داخلی.

#### دستگاهها

در این پژوهش دستگاه میکروسکوپ الکترون پویشی (SEM) ساخت کمبریج مدل S-۳۶۰ برای بررسی شکل‌شناسی الیاف و دستگاه طیف نورسنج تکس فلاش ساخت دیتاکالر برای سنجش رنگ الیاف بکار رفته است. همچنین، از دستگاه میکروسکوپ نوری کارل زایس مدل Jena برای بررسی سطح مقطعهای عرضی و طولی الیاف استفاده شده است.

#### روشها

الیاف آمیزه‌ای تولید شده شامل پلی‌پروپیلن با ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصد وزنی پلی اتیلن ترفتالات و نیز پلی‌پروپیلن خالص‌اند. برای مقایسه نتایج حاصل از رنگریزی، با توجه به عدم امکان تولید لیف PET نوع بطری، نمونه‌ای از PET نوع الیاف نیز تهیه شد.

الیاف بالا در دمای C ۲۶۰ و سرعت چرخش ماریج ۱۸ rpm تولید شده و سپس، در سرعت ۱۶۰ m/min ریسیده شدند. پس از آن، الیاف تهیه شده به وسیله ماده رنگریزی قرمز پاشیده به همراه استیک اسید، حامل و ایرگازول، به مدت ۵۰ دقیقه در حالت جوش رنگریزی شدند. سپس، به مدت ۲۰ دقیقه در داخل حمام اکسایش-کاهش با دمای C ۷۰ قرار داده شدند تا ذرات رنگی که جذب نشده و تنها به لیف چسبیده‌اند از آن جدا شوند. حمام اکسایش-کاهش شامل سدیم

جدول ۱- مقادیر اختلاف رنگ الیاف آمیزه‌ای برحسب  $b^*$ ،  $a^*$  و  $L^*$  است (برای نمونه مرجع PET خالص  $b^*=۳۴/۱۳۴$ ،  $a^*=۵۵/۳۲۷$  و  $L^*=۳۷/۰۹۴$  است).

$\Delta E_1$	$\Delta b^*$	$\Delta a^*$	$\Delta L^*$	الیاف آمیزه‌ای (PP/PET)
۶۹/۵	-۲۲/۲۸۴	-۵۰/۴۲۸	۴۲/۲۷۱	۱۰۰/۰
۹/۵	-۰/۱۳۹	-۶/۰۷۶	۷/۳۴	۹۵/۵
۷/۵	-۰/۷۶۳	-۶/۶۵۶	۳/۵۲۳	۹۰/۱۰
۵/۴	۰/۷۶۵	-۵/۱۷۹	۱/۴۷۷	۸۵/۱۵
۴/۶	۰/۶۳۱	-۴/۴۲۶	۱/۲۵۶	۸۰/۲۰
۳/۵	۰/۴۷۱	-۳/۳۴۶	۰/۹۳۵	۷۰/۳۰

شکل ۲ نمایانگر انعکاس نور قرمز برحسب طول موج و شکل ۳ نشان دهنده منحنیهای انعکاس نور از الیاف رنگ‌زری شده است. با مقایسه این منحنیها با منحنی انعکاس نور قرمز ملاحظه می‌شود که همه الیاف به غیر از لیف PP خالص رنگ قرمز را جذب کرده‌اند و با افزایش میزان PET در سیستم منحنیهای انعکاس نور از الیاف به منحنی انعکاس نور از لیف PET خالص رنگ‌زری شده نزدیکتر می‌شوند.

در جدولهای ۱ و ۲ نتایج مربوط به اختلاف رنگ لیف PP خالص و الیاف آمیزه‌ای نسبت به لیف PET خالص آورده شده است. مقادیر  $b^*$ ،  $a^*$ ،  $L^*$ ،  $h$  و  $C^*$  در استانداردهای نوری D<sub>95</sub> سیستم CIE مدنظر قرار گرفته‌اند. مقادیر اختلاف رنگ ( $\Delta E$ ) برای لیف PP خالص و آمیزه‌های PP/PET نسبت به نمونه PET خالص رنگ‌زری شده (نمونه مرجع) طبق معادله‌های زیر محاسبه شده است [۳،۷]:

$$\Delta E_1 = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$\Delta E_2 = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta C^*)^2 + (\Delta h)^2]^{1/2} \quad (2)$$

$$\Delta L^* = L^* - L^*_{\text{نمونه مرجع}} \quad (3)$$

جدول ۲- مقادیر اختلاف رنگ الیاف آمیزه‌ای برحسب  $h$ ،  $C^*$  و  $L^*$  (برای نمونه مرجع PET خالص  $h=۳۱/۷۳۲$ ،  $C^*=۶۴/۸۳۸$  و  $L^*=۳۷/۰۹۰$  است).

$\Delta E_2$	$\Delta h$	$\Delta C^*$	$\Delta L^*$	الیاف آمیزه‌ای (PP/PET)
۷۵/۹	۳۵/۸۰۶	-۵۲/۰۱۵	۴۲/۲۷۴	۱۰۰/۰
۹/۳	۲/۸۸۳	-۴/۹۹۳	۷/۳۴۳	۹۵/۵
۷/۳	۲/۷۰۴	-۵/۸۲۵	۳/۵۲۶	۹۰/۱۰
۵/۱	۳/۰۸۷	-۳/۷۵۳	۱/۴۸۸	۸۵/۱۵
۴/۳	۲/۶۰۰	-۳/۱۹۸	۱/۲۵۹	۸۰/۲۰
۳/۲	۱/۹۲۵	-۲/۴۰۷	۰/۹۳۷	۷۰/۳۰

با توجه به مقادیر بدست آمده برای اختلاف رنگ نمونه‌های رنگ‌زری شده نسبت به لیف PET خالص رنگ‌زری شده، نتایج بدست آمده از منحنیهای انعکاس در این محاسبات تایید می‌شود. مقادیر محاسبه شده در هر دو سیستم نشان می‌دهد که با افزودن ۵ درصد PET به PP جذب رنگ آمیزه نسبت به PP خالص، که جذب رنگ آن قابل چشمپوشی است، افزایش زیادی پیدا می‌کند. با افزودن PET میزان جذب رنگ نیز افزایش می‌یابد، بطوری که در درصدهای ۱۵ تا ۳۰ از PET نتایج رنگ‌زری خوب و مناسبی برای نمونه‌ها بدست می‌آید. این موضوع به وسیله پژوهشگران دیگر نیز تایید شده است [۳].

#### بررسی جذب و پخش رنگ

با توجه به عکسهایی که از سطح مقطع عرضی الیاف رنگ‌زری شده به کمک میکروسکوپ نوری تهیه شده است (شکل ۴ الف و ب)، ملاحظه می‌شود که الیاف PP خالص رنگ نگرفته‌اند، در حالی که الیاف آمیزه‌ای جذب و پخش رنگ مناسبی را نشان می‌دهند. نتایج بدست آمده از دستگاه طیف نورسنج این مسئله را تایید می‌کند. نکته جالب دیگری که در عکسهای سطح مقطع عرضی دیده می‌شود، این است که سطح خارجی الیاف سفید مانده و رنگ



(الف)

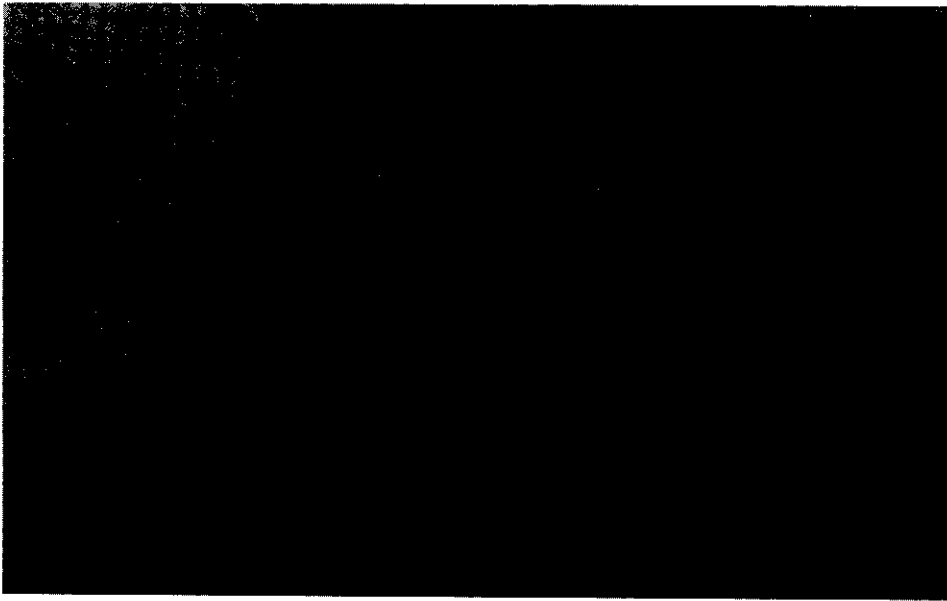


(ب)

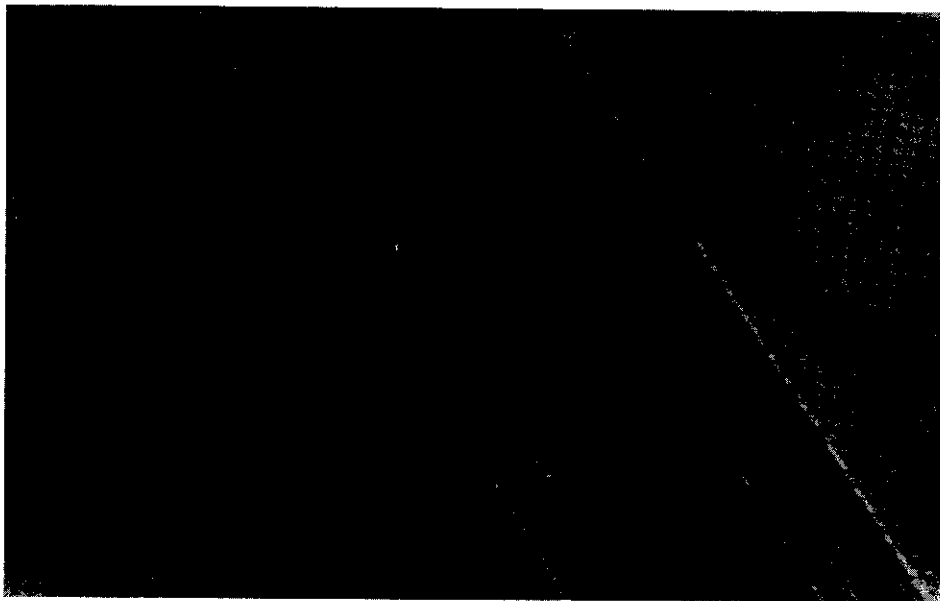
شکل ۴- عکسهای میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۱۱۲۵ از سطح مقطع لیف PP رنگرزی شده: (الف) PP خالص و (ب) دارای ۱۰ درصد PET.

الف) سطحی شفاف و صاف دیده می شود، در حالی که با افزایش میزان PET در آمیزه (شکل ۵ ب) سطح لیف کدر شده و خطوطی به صورت موزای در آن مشاهده می شود. با توجه به این نکته که همه الیاف در شرایط یکسانی تولید شده اند و تنها تفاوت بین الیاف پلی پروپیلن خالص و الیاف آمیزه ای بود یا نبود PET است، از این رو خطوط موازی سطح طولی الیاف آمیزه ای نشان دهنده ذرات

نگرفته است. به عبارت دیگر، با در نظر گرفتن ذرات PET به عنوان نقاط پذیرنده رنگ معلوم می شود که سطح خارجی الیاف متشکل از ذرات PP است که بنظر می رسد به علت جرم مولکولی کمتر PP و مهاجرت آن به سطح الیاف باشد. این نتایج حاکی از توزیع یکنواخت PET در ماتریس PP است که در عکسهای SEM نیز این موضوع مشاهده می شود. همچنین، در عکسهای سطح طولی لیف PP خالص (شکل ۵



(الف)



(ب)

شکل ۵- عکسهای میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۱۱۲۵ از سطح طولی لیف PP رنگرزی شده: (الف) PP خالص و (ب) دارای ۵ درصد PET رنگرزی شده.

دو لیف PP و PET خالص عمل رنگرزی انجام شد. عکسهای میکروسکوپ الکترونی نمونه‌ها نشان دهنده توزیع مناسبی از فاز PET در داخل ماتریس PP است. نتایج مربوط به آزمایش طیف نورسنجی نمایانگر این است که با افزودن ۵ درصد PET به PP می‌توان الیاف رنگ پذیر تولید کرد. البته، با افزایش میزان PET می‌توان مقدار پذیرش رنگ الیاف را افزایش داد. نتایج بالا به وسیله عکسهای میکروسکوپ

PET کشیده شده در جهت اکستروژن در داخل ماتریس PP است.

### نتیجه گیری

روی الیاف آمیزه‌ای PP/PET در درصدهای مختلف از PET به همراه

## رنگ پذیر کردن الیاف پلی پروپیلن با آمیزه سازی PP/PET

Colouristic Properties of Blended PP/PA6 and PP/PET Polymer Fibers; *Fib. Text. East. Eur.*; 48-50, 1997.

4. Wishman M. and Hagler G. E.; *Handbook of Fiber Science and Technology (IV)*; Marcel Dekker, New York, 1985.

5. Ahmed M.; *Polypropylene Fibers Science and Technology*; Elsevier, New York, 1982.

۶- ابراهیمیان فریرز، گلشن ابراهیمی نادره و محراب زاده محمود، اصلاح سازی پلی پروپیلن توسط پلی اتیلن ترفتالات (جهت ساخت الیاف)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۷.

۷- مرادیان سیامک، اصول علم و تکنولوژی رنگ، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ دوم، تهران ۱۳۷۴.

نوری نیز تایید شده است.

## مراجع

1. Akrman J. and Prikryl J.; Dyeing Behavior of Polypropylene Blend Fiber. I. Kinetic and Thermodynamic Parameters of the Dyeing System; *J. Appl. Polym. Sci.*; **62**, 235, 1996
2. Sengupta A. K., Sen K. and Mukhopadhyay A., False Twist of Texturization of Polypropylene Multifilament Yarns (Part IV): Structural Influence on Dye Uptake; *Text. Res. J.*; 511-15, 1986.
3. Prchal V., Kristofic M., Lapcik L.(Jr) and Harlinova B.;